INFLUENCIA DE LAS PAREDES DE MAMPOSTERÍA DE RELLENO

EN LA RESPUESTA SÍSMICA DE ESTRUCTURAS DE EDIFICIOS

► Humberto Varum
► Hugo Rodrigues
Civil Engineering Department
University of Aveiro
Aveiro, Portugal

Las paredes de mampostería de relleno son ampliamente utilizadas en las estructuras corrientes de edificios de concreto armado. Estas paredes son definidas como elementos divisorios, de protección relativa de los espacios al exterior, y contribuyen al confort térmico y acústico de los espacios confinados. Ya sea en la evaluación de la seguridad de edificios existentes, o en el diseño de edificios nuevos, estas paredes son generalmente consideradas como elementos no estructurales, y por lo tanto se ignora su contribución a la respuesta global de las estructuras. Esta simplificación se tiende a interpretar como conservadora relativamente a la seguridad de los edificios ante las acciones gravitacionales. Sin embargo, lo mismo puede no suceder para las acciones horizontales, especialmente para las acciones inducidas por terremotos. Es largamente reconocido que las paredes de mampostería pueden alterar significativamente el comportamiento de las estructuras de concreto cuando son sometidas a acciones horizontales, cambiando su rigidez, resistencia máxima y capacidad de disipación de energía y de hecho pueden introducir daños locales en algunos elementos o hasta anticipar el colapso estructural asociado a mecanismos no imprevistos en proyecto [1].

Terremotos recientes han demostrado que el conocimiento actual acerca de la influencia de la mampostería de relleno en la respuesta de las estructuras de concreto no se está aplicando en la práctica del diseño [2, 3]. De hecho, las estadísticas sobre los efectos de terremotos recientes en edificios muestran que los costos asociados con el daño en las paredes, bien como los costos de reparación o reemplazo y el tiempo de inactividad de los edificios afectados pueden ser muy altos, incluso en edificios con daños limitados en los elementos estructurales.

Además, la presencia de paredes de mampostería puede introducir irregularidades en la respuesta sísmica de los edificios, en altura y en planta. La existencia de pisos comerciales y garajes en la planta baja de los edificios, o de pisos técnicos, tiendas u oficinas en los pisos superiores puede introducir una discontinuidad en la distribución de rigidez y resistencia en altura, anticipando la ocurrencia de un mecanismo de colapso localizado en ese piso (Figura 1). Además de cambiar la respuesta global de los edificios, las paredes también pueden inducir daños y/o colapso local de algunos elementos. Por ejemplo, las aberturas parciales de los paneles de mampostería, para la realización de puertas y ventanas, pueden producir una altura libre de columna inferior a la correspondiente altura total de la columna, con una rigidez lateral mayor que la prevista en proyecto, dando origen al mecanismo de columna corta con rotura por cortante (Figura 2).

Figura 1 : Mecanismo de colapso de edificio tipo piso-blando

Figura 2 : Rotura por cortante de columna junto a aberturas (mecanismo tipo pilar-corto)

En los últimos años, varios estudios numéricos se han desarrollado, con varios tipos de abordaje y niveles de complejidad, calibrados con resultados de pruebas experimentales, con la finalidad de reproducir los fenómenos de interacción entre las paredes de mampostería de relleno y la estructura circundante.

El modelado de las paredes de mampostería se puede lograr utilizando diversas estrategias, que se pueden dividir en dos grandes grupos (Figura 3): i) los micro-modelos, y ii) los macro-modelos. En los micro-modelos el refinamiento se realiza al nivel de los elementos, separando las unidades de ladrillo de los elementos de junta. Con el uso de tales modelos se obtiene una representación muy cercana del comportamiento real de la pared, teniendo en cuenta los efectos locales, representando una buena aproximación al padrón estándar de agrietamiento en la pared, estimándose el valor de la carga de rotura e identificándose el mecanismo de rotura asociado.

En los macro-modelos, por lo general sólo se requiere para representar el comportamiento de un panel de mampostería una ley constitutiva monotónica y reglas de histéresis. Estos modelos, aunque más simplificados, pueden representar adecuadamente el comportamiento global de los paneles de pared de mampostería y su influencia en la respuesta de la estructura de los edificios, con recurso a un menor número de parámetros y reducido esfuerzo de cálculo, y por lo tanto pueden ser más apropiados en aplicaciones prácticas de análisis y diseño de edificios corrientes de concreto armado [4, 5].

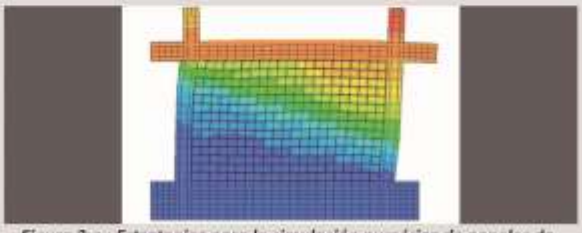

Figura 3.a : Estrategias para la simulación numérica de paneles de mampostería de relleno: micro-modelo

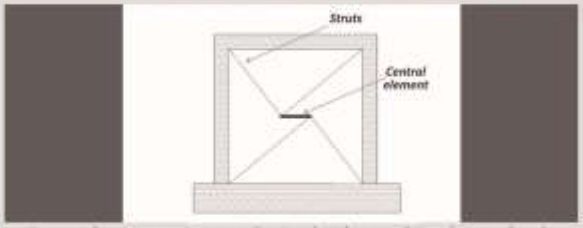

Figura 3.b : Estrategias para la simulación numérica de paneles de mampostería de relleno: macro-modelo simplificado

Las reflexiones desarrolladas resaltan la importancia de la verificación de seguridad de los edificios existentes, así como el diseño de soluciones de refuerzo, teniendo en cuenta la influencia de los muros de mampostería de relleno. También es necesario promover la consideración de las paredes de mampostería en la fase de diseño de edificios nuevos. La utilización de los macro-modelos simplificados, calibrados con base en resultados experimentales permite diseñar edificios con niveles de seguridad más altos ante acciones horizontales, reduciendo al mínimo la probabilidad de ocurrencia de mecanismos de colapso no previstos en el proyecto.

Referencias:

[1] Varum, H. - Seismic assessment, strengthening and repair of existing Buildings - Tesis doctoral, Civil Engineering Department, University of Aveiro, Aveiro, Portugal, 2003.

[2] Rodrigues, H.; Romão, X.; Costa, A.; Arêde, A.; Varum, H.; Guedes, J. Vicente, R.; Costa, A.A.; Paupério, E. – Sismo de L'Aquila de 6 de Abril de 2009: Ensinamentos para Portugal - ISBN 978-989-95695-4-6 - 8º Congreso Nacional de Sismología e Ingeniería Sísmica - SÍSMICA 2010 – Universidad de Aveiro, Aveiro, 20 a 23 de Octubre de 2010.

[3] Vicente, R.; Rodrigues, H.; Varum, H.; Costa, A.; Mendes da Silva, J.A.R. - Performance of masonry enclosure walls: Lessons learnt from recent earthquakes - Earthquake Engineering and Engineering Vibration, Springer, Vol. 11, N. 1, Marzo de 2012, Páginas 23-34, DOI 10.1007/s11803-012-0095-3.

[4] Rodrigues, H.; Varum, H.; Costa, A. - Simplified macro-model for infill masonry panels - Journal of Earthquake Engineering, World Scientific, Vol. 14, N. 3, Marzo de 2010, Páginas 390-416.

[5] Rodrigues, H. - Desenvolvimento e calibração de modelos numéricos para a análise sísmica de edifícios - Tesis de maestría, Civil Engineering Department, Faculty of Engineering of the University of Porto, Porto, Portugal, 2006.